MACHINERIES SÉMIOTIQUES ET MÉDIATIONS TECHNIQUES : REMARQUES INTRODUCTIVES

Jacques Baillé & Françoise Raby

Université Pierre Mendès France, Grenoble

Laboratoire des Sciences de l'Education

INTRODUCTION

Convenant, pour en faciliter la récupération par ceux que cela intéresse ou qui voudront bien en discuter les thèses, d'inscrire ce travail dans un domaine facilement identifiable, nous avons échoué à le situer dans la liste des thématiques habituelles de la recherche en éducation-formation. Ce travail est trop large pour concourir à l'étude des effets didactiques des médias électroniques ; trop engagé pour participer de cette sorte d'objectivation distanciée que la sociologie s'efforce d'acquérir quand elle tente de repérer l'incidence de ces mêmes médias sur les contenus de pensée (les croyances) ou sur les comportements (violents, par exemple) ; enfin trop préoccupé de considérer le sujet — apprenti, élève, formateur, etc. — dans la complexité de situations de travail réelles (non tronquées) pour s'inspirer de la démarche de laboratoire propre à la psychologie cognitive. Ce défaut d'inscription dans un cadre familier ne constitue pas, en lui-même, un problème. Si l'argumentation, que nous allons développer ne saurait ignorer ces points de vue didactique, sociologique et psychologique, jamais nous ne considérerons chacun comme producteur des seuls modèles acceptables d'actions éducatives, surtout lorsqu'il s'agit d'actions éducatives délibérément instrumentées.

Au-delà de cette étude, notre programme de travail reste l'étude *in situ* des usages de dispositifs instrumentaux appropriés à l'action éducative (Raby & Baillé, 1994). Cet ancrage est crucial pour deux raisons : d'une part, il revient à accorder à l'empirisme — un empirisme certes bien tempéré (Baillé, 1997) — la légitimité d'une démarche de recherche dans le champ de l'éducation et, d'autre part, il nous fonde à considérer les notions d'outil et d'instrument, ainsi que leurs conversions-transformations réciproques comme autant de notions-clés pour l'examen scientifique d'une formation (Raby, 1996). Notre intention n'est certainement pas de promouvoir un empirisme aveugle qui, ignorant les résultats acquis par ailleurs, justifierait à proportion de leur spontanéité toutes les initiatives de terrain. La connaissance de résultats et des conditions de leur obtention, en particulier l'historique des variations théoriques et méthodologiques qui accompagne leur production, sont d'autant plus indispensables que nous sommes supposés investir ce monde de la technique dont on nous rabâche, sans que nous soyons toutefois tenus de le croire, qu'il est en évolution perpétuellement accélérée.

En d'autres termes, l'emprunt de données à diverses disciplines, l'emprunt même de modèles et de procédés techniques, ne devrait pas nous distraire de la singularité dynamique de notre objet, à savoir l'amélioration des conditions d'étude et d'utilisation de savoirs et savoir-faire, à l'école ou ailleurs. Au regard de cette cause, précisons que notre refus de l'enfermement disciplinaire, comme notre méfiance pour la science autoproclamée, ne sauraient accréditer, à nos yeux, ces sortes de bouillies dites interdisciplinaires qui nourrissent, en éducation, le propos dominant, le propos oraculaire. Nous préférons élargir à notre démarche la remarque suivante d'un des fondateurs de l'ergonomie cognitive française : " Cependant l'ergonomie est une science autonome et, si elle emprunte largement à d'autres sciences ses données expérimentales, ses méthodes et ses théories, elle le fait en choisissant et en adaptant ses emprunts aux réalités de terrain et à son objet propre qui n'est pas seulement l'étude du travail humain, ni même l'étude de l'homme au travail, mais, plutôt l'aménagement optimal du travail à l'homme " (Spérandio, 1996, p.166).

Une fois assurés de pouvoir concourir, par diverses voies, à l'amélioration des composants organisationnels et techniques du travail de formation, il nous faut isoler les variables d'action qui, selon le format du contexte et la

nature des objets qui le composent, atteignent facilement soit au psychologisme soit, au contraire, au sociologisme. Pour éviter ces excès, sans sombrer dans une sorte de vitalisme pédagogique, il convient de ne pas oublier qu'un contexte de formation, scolaire ou autre, reste un artefact d'un type particulier : ni composition de type laboratoire, ni singularité " naturelle ", mais institution héritée de pratiques à fins d'adaptation et de changement, lesquelles ne sont plus transmises par voie directe sous la libéralité du legs (transmission " gratuite " sur le terrain par un professionnel) mais via l'onéreuse médiation d'instituts de formation professionnelle (où se côtoient des professionnels et d'ex-professionnels). Ainsi vont nos sociétés bureaucratiques et soi-disant techniciennes !

L'irruption, comme on dit sans trop réfléchir, des " Nouvelles Technologies de L'Information et de la Communication " (désormais NTIC[1] dans le monde de l'enseignement-formation, ouvre un champ de pratiques d'autant plus stimulant qu'il s'inscrit dans un rehaussement de la technique souvent repéré comme signe d'une crise socio-politique majeure (on peut lire sur ce point Arendt, 1983 ; Ellul, 1980) et d'autant plus accessible qu'on dispose d'un relatif recul pour en tracer l'historique précis, au moins sur la courte durée (cf. Baron & Bruillard, 1996 ; Bruillard, 1997). Quand nous évoquons le rehaussement du technique, nous négligeons ici le nombre, la variété, les modalités et les durées d'usage des machines modernes, au profit de significations instrumentales susceptibles de recouvrir quelques dimensions plus fondamentalement humaines. C'est sans innocence aucune que nous avons placé en début de titre le terme de machineries. Le bon Grand Larousse en indique les deux sens que nous allons conjuguer ici : d'une part, il s'agit de l'" Ensemble de mesures et de moyens pour assurer par ruse le succès d'un dessein secret. " D'autre part, de l' " Ensemble des machines employées à un travail ". de la " Salle des machines d'un navire. " et " Dans un théâtre, ensemble d'appareils (treuils tambours, contrepoids, etc.) utilisés pour la mise en place des décors. "

Cela signifie que notre exploration des NTIC n'est pas séparable d'une approche culturelle. Ce point de vue peut paraître, en première lecture, bien éloigné de la démarche empirique que nous préconisions plus haut. L'écart n'est qu'apparent car la conception, l'élaboration et l'usage d'objets techniques, d'artefacts, singularisent aussi des traits culturels qu'il est inutile d'exhiber comme tels pour qu'ils remplissent leurs fonctions dans l'organisation et la pérennisation de l'ordre social. Ainsi, chez les Grecs, l'intelligence rusée — *la métis* — que possédaient l'artisan ou l'ingénieur les apparentait directement au devin (cf. Vernant, 1988). Cela suffisait pour qu'une société de castes, autoproclamée démocratique, les frappe d'ostracisme et assure ainsi sur leur dos (et sur celui de certains autres) sa cohérence. On voit mal comment un moderne *logos* sur la *techné* pourrait ignorer ces anciennes stigmatisations de la technique qui se perpétuent dans l'organisation même du système d'enseignement où une prétendue culture générale s'oppose à une culture technique, toujours marginale en France (du moins dans l'enseignement secondaire), où la conceptualisation se veut aussi souvent que possible étrangère au labeur procédural et aux habiletés fabricatrices et où le raisonnement reste soumis à des normes du vrai toujours aussi allusives. Enfin, en conférant aux NTIC un rôle non négligeable pour remédier aux effets sur l'élève des désastres sociaux, ne risque-t-on pas de confirmer le statut d'objet magique qu'est porté à leur attribuer le plus grand nombre ?

Il importe pour la thèse que nous soutenons d'inscrire la question des NTIC dans la longue durée. Lorsqu'on évoque les fonctions culturelles de la technique, la longue durée reste un cadre particulièrement pertinent (cf. Leroi-Gourhan, 1964). L'incompréhension en laquelle nous persistons devant les résistances des enseignants devant les NTIC résulte en grande partie de notre méconnaissance du long et lourd passé que chacun d'entre

[1] Il est assez remarquable que les rapports officiels, même les plus récents, tel celui, à maints égards exemplaire, rédigé pour la Conférence des Recteurs et des Principaux des Universités du Quebec insistent toujours sur le caractère de nouveauté des dispositifs électroniques. La deuxième raison, plus polémique, touche à cette formidable pression idéologique qui tendrait à nous faire croire que l'apparition des appareils de traitement numérique de l'information constituerait une authentique révolution, alors que la prétendue nouveauté recouvre, pour l'essentiel quelques grandes questions classiques (ce qui n'est pas un mal en soi). Si cette dernière remarque n'invalide pas, bien au contraire, l'usage des " N "TIC, encore faut-il considérer leur faculté d'engendrer un nouveau conformisme, de stimuler quelques vieilles pulsions communautaristes ou, chez quelques-uns, d'omnipotence.

Enfin, c'est en raison de la fréquence de son usage que nous conserverons le terme de technologie. Nous persistons à penser que le mot instrument serait mieux adapté lorqu'il s'agit d'évoquer les questions des " machineries éducatives ", mais la Sainte Alliance des pédagogues et des anti-instrumentalistes aurait tôt fait d'identifier le recours à ce terme comme la provocation type à laquelle le bon humanisme idéologique (c'est un pléonasme!) contemporain ne saurait rester insensible. Le débat ne nous intéresse pas ici.

nous traîne dans son rapport à la technique. Croire qu'une déférence ostensible à l'endroit de notre technicienne modernité suffit à révoquer la magie comme expérience et explication premières, c'est méconnaître les difficultés que connaît l'esprit humain, dans son histoire collective aussi bien qu'individuelle, pour s'affranchir des fausses croyances. A cet effet, les pressants appels à la mobilisation ne changeront rien, bien au contraire, sur un moyen terme. Le langage des " décideurs " accroît en effet la confusion en oscillant entre la métaphore guerrière et ces formules caractéristiques d'un darwinisme social qui font de cette irruption des NTIC une avancée inéluctable qui ne manquera pas d'en laisser plus d'un, — ceux qui ne se seront pas " mobilisés " — sur le carreau. En quelque sorte, l'obligation de l'usage se conjugue avec sa fatalité. Après un premier et peu heureux plan dit informatique pour tous (dans lequel il était déjà question de réseaux), voici qu'on présente aux enseignants ces nouveaux réseaux planétaires (Internet) ou locaux (Intranet) dont on dit qu'ils présentent l'insigne avantage d'être les libérateurs de l'initiative individuelle et les organisateurs d'une communication enfin égalitaire et sans entrave (autre que technique). Communication entre qui et pour quelles fins ?

Oublie-t-on qu'enseigner n'est pas communiquer pour ainsi assortir chaque présentation de NTIC d'un jugement d'obsolescence à l'encontre des formes frontales d'enseignement (on n'ose plus dire directives, car les supports modernes s'avèrent souvent bien plus directifs que les maîtres) ? Oublie-t-on que l'enseignement sans l'étude est sans efficacité pour ainsi exalter cette interactivité nouvelle qui va autoriser enfin la fabuleuse et irrépressible co-construction des savoirs ? Faut-il que les thuriféraires des NTIC soient aussi peu informés de la douleur d'apprendre et de la complexité d'acquérir pour qu'ils osent ces ritournelles bonnes pour les marchands ou les ministres. Que gagne-t-on à faire comme si la plupart des enseignants pratiquaient encore ces méthodes frontales (dont la nocivité reste largement à prouver) ? Rien, sauf que ces lieux communs dispensent le plus souvent de s'inquiéter de la place de l'enseignant dans ces nouveaux dispositifs et donnent crédit au plus convenu des discours technocratiques sur la résistance au changement. Ces remarques ne procèdent d'aucune lubie ; elles découlent en direct de notre lecture du rapport d'une très honorable et savante commission d'experts du Québec convoquée à donner son avis sur les conditions d'un développement plus soutenu des NTIC[2].

Le trop faible nombre d'études d'usage et la tonalité incantatoire de la plupart des discours sur les NTIC concourent à tenir pour négligeables les fonctions enseignantes. Certes, il serait mal venu d'imputer aux technologies nouvelles une omission qui résulte, pour une bonne part, de la méconnaissance du travail, des multiples tâches et activités effectives de l'enseignant. Il est vrai qu'au nom d'un " art pédagogique " présumé irréductible à la raison scientifique, il fut longtemps impossible d'aborder, avec les techniques que l'on savait pourtant déployer pour l'étude du travail humain, les questions éducatives sous un angle professionnel. L'enseignant reste encore la figure absente des études en éducation (en didactique même, à la notable et récente exception de la didactique des mathématiques). La centration quasi exclusive des travaux de psychologie sur l'apprenant n'a pas peu contribué à renforcer cette tendance. Sans doute prend-on soin désormais de ne plus parler de machines à enseigner dans le sens où ces dispositifs devraient se substituer à l'enseignant ; sans doute, un habile traitement sémantique des sigles a gommé la notion même d'enseignement (fût-il intelligemment assisté) au profit de celle d'environnement. Tout ceci, sans être négligeable, ne saurait nous exonérer d'une habilitation enseignante distinguant dans l'usage de dispositifs techniques ce qui relève d'un mode d'emploi et ce qui relève d'un pilotage par des significations. Si nous avons pris le parti d'une lecture sémiotique du monde des machines, c'est parce que nous pensons qu'une telle approche devrait conduire les enseignants à découvrir que leurs actes techniques, incommensurables aux seuls modes d'emploi, sont autant de liens qu'ils tissent en secret entre les mythes prométhéens et les plus humbles procédures d'apprentissage.

[2] Il s'agit du rapport déjà évoqué dans la première note. L'éloignement du Quebec nous autorise à évoquer ce rapport très complet et bien argumenté, de préférence à quelques discours aussi officiels qu'indigents tenus en France sur le sujet. La référence figure en bibliographie.

I – IMMEDIATION ET MEDIATION TECHNIQUE

I.1 Immédiation

Par souci du paradoxe, peut-être aurions-nous dû intituler le paragraphe : la médiation infernale. De ce premier paradoxe, les institutions scolaires portent trace en cette sorte de discrimination, latente ou manifeste, qu'elles produisent en faveur du non technique, alors que dans le même temps, les autorités éducatives, académiques et politiques, discourent à l'envi sur les effets (nocifs ou bénéfiques) des technologies électroniques au premier rang desquelles la télévision, en passe d'être supplantée par l'ordinateur. Autrement dit, alors que l'artisan-technicien fut longtemps relégué en raison du commerce qu'il entretenait avec les Dieux — les pires comme les meilleurs — une certaine *doxa* moderniste accorde désormais au maître des techniques, plus particulièrement au maître des techniques électroniques d'information et de communication, une puissance jamais égalée tout en lui vouant des sentiments ambivalents de crainte et d'envie. Loin d'accompagner un hypothétique retour en grâce de la technique en toutes ses formes, cette réputation et ces sentiments apparaissent comme la manifestation renouvelée de l'intérêt que les hommes ont toujours porté aux actions instrumentées visant les choses de l'esprit.

Certes, la technique n'a pas attendu ce siècle pour recouvrer quelque crédit. Que ce soit au niveau le plus haut des arts du livre et de l'imprimerie, ou au rang, plus humble, d'auxiliaire des philosophies (instruments et techniques de grammaire, de logique, de rhétorique) et des sciences (instruments et techniques d'observation, de représentation, de mesure et de calcul), l'évolution technique a contribué à accroître le nombre des instruits. Il se pourrait donc que les sentiments, mêlés et contradictoires de crainte et d'espoir, liés à l'avènement des NTIC, soient l'exacte reprise des sentiments que suscite chez le profane, la naissance d'un objet technique. La vérification de cette hypothèse suppose l'examen simultané de ce qui relie synchroniquement un dispositif technique à des structures signifiantes (langagières et autres) et, ce qui diachroniquement raccorde l'actualité technique aux créations, repérées sur une longue durée, des artefacts et objets représentatifs d'un changement de cadre épistémique. Lorsque les objets et artefacts sont des langages ou des machines à produire et traiter des langages, on voit mal comment ce double lien synchronique et diachronique pourrait ne pas relever non plus d'un ordre sémiotique.

Fixer le point de départ de ce que nous appelons longue durée n'est pas une mince affaire. Dans le cas qui nous occupe, il impossible d'assimiler à l'émergence datée d'une figure professionnelle le point de départ d'une longue durée, sauf à considérer le philosophe et le savant comme les grands ancêtres du spécialiste des NTIC. C'est plutôt à partir de ruptures historiquement repérables dans le traitement des objets techniques qui nous intéressent qu'il conviendrait de partir. Compte tenu de l'intensité des échanges et de la variété des conceptions, on pourrait se satisfaire de la deuxième moitié du XIX^{e} siècle, au moment où apparaissent les formalismes modernes à la suite du traitement des questions sémantiques par Frege. Mais on pourrait tout aussi légitimement adopter le XVII^{e} siècle, celui des philosophies naturelles mécaniques ; le XV^{e}, en pleine Renaissance, quand la science noue de nouveaux liens avec la technique ; le III^{e} siècle av. J.C., celui de l'avènement des grands ingénieurs hellénistiques ; le siècle dit " classique ", qui est aussi celui de la péjoration du technique. Sans doute pourrait-on aussi bien partir des calculateurs (humains) de Sumer ou des scribes égyptiens. Devant un aussi large choix, on comprendra que, dans l'espace accordé à cet essai, nous nous limitions à quelques jalons en retenant comme entrée ce reproche fait à la technique de ne pouvoir être médiatisée par la raison savante, à l'époque de la relégation du technicien-artisan par l'ordre démocratique nouveau.

Sans nous prononcer ici sur les thèses divergentes à propos des modes d'existence de la pensée technique grecque, notons que celle-ci apparaît, dans tous les cas, comme un puissant révélateur des effets du mythe sur l'organisation de la cité. On connaît le sort théorique fait aux artisans dans la République de Platon, on connaît le sort réel fait aux mêmes par la Constitution d'Athènes. On peut penser que les résistances qu'a rencontré la technique grecque dans son histoire socio-politique ne sont pas sans rapport avec les difficultés d'une démarche de laïcisation des savoir-faire. Cette démarche est indispensable pour instituer la transmission des savoir-faire selon les modalités d'un apprentissage ouvert à tous, inscrit dans une durée plus longue que celle requise par l'initiation et distinguant explicitement la performance terminale (l'œuvre) des procédures et processus nécessaires à sa réalisation (l'ouvrage). Cela présuppose, au moins, une distinction entre les instruments sémiotiques de l'initiation ritualisée et les instruments sémiotiques propres à l'apprentissage. Mais la laïcisation de la technique sera d'autant plus laborieuse que dans le Panthéon grec, les Dieux techniciens ne manquent pas. Athéna, Héphaïstos, Prométhée, Déméter, Asclépios, Hermès, pour ne citer que les plus connus, s'activent pour défendre, équiper, instruire, nourrir, soigner, informer ou voler les hommes. Leurs actions sont rapides et participent souvent d'une rouerie qui les conduit à prendre diverses formes ou à s'incorporer à l'humain. Reconnaissons que c'est la voie la plus directe. Entre l'homme et les Dieux, la technique n'est qu'un simulacre

de médiation. Elle ne recouvre que la suite des révélations brusques et même brutales qui seront portées à exister, comme insight incommunicable, dans le tour de main. L'immédiation est donc la règle absolue et le lien opératoire, même enveloppé dans quelque rite, ne souffre aucune altération médiatique ; elle est à la fois la forme et la condition du génie technique.

Au double titre de l'enseignement et de la technique, c'est à Prométhée que nous référerons les NTIC. Nous ne pouvons ici raconter le mythe, on en rapporte trop de versions jusqu'à nos jours. Simplement rappelons-nous que le Héros rectifie l'erreur d'Epiméthée dont on aurait tort de moquer la bêtise en ce temps d'écologisme, tant fut grand son souci de l'équilibre naturel, malgré son " mince " oubli de l'homme, lorsqu'il eut à répartir les qualités complémentaires entre les diverses espèces vivantes. Bacon ne s'y trompe pas qui consacre, en ses œuvres de début, de longues lignes au mythe de Prométhée (cf. *infra*). Que notre culture ait avec ce mythe une relation privilégiée, cela ne fait aucun doute dans la mesure où langage et connaissance se conjuguent pour conférer à l'homme le — tragique — pouvoir d'égaler ou de dépasser les Dieux et idoles qu'il se donne. La laïcisation, on l'oublie souvent, consistera aussi à se débarrasser de cette suffisance. Par un curieux renversement, alors que plus personne n'accorderait le moindre crédit à l'antique croyance en la supériorité du dessein et des explications philosophiques sur tout autre, aujourd'hui, c'est à la philosophie de l'esprit qu'incombe le devoir de lucidité à l'endroit des productions savantes et techniques contemporaines. Le technologue de l'intelligence et le néo-mécanicien développent en effet des croyances telles que l'un ne peut renoncer à exhausser l'ordinateur en réplique de l'homme et l'autre à abaisser l'homme en réplique de l'ordinateur. Les premiers programmes d'IA n'étaient pas sans ambitions prométhéennes ; on sait ce qu'il en est advenu. Mais peut-on conduire le moderne " compétiteur " des sciences cognitives à révoquer en lui le serviteur empressé d'une idéologie de conquête et de domination ?

Si l'on peut voir une correspondance significative entre l'apparition conjointe de la démocratie à Athènes et celle de la démonstration en mathématiques, on ne peut établir semblable correspondance avec la technique. Il n'y a pas de démonstration, au sens propre du terme, dans l'agir technique. L'ordre poiètique est industrieux. Dans un comportement ajusté aux fins étroites et précises des étapes de la fabrication, cet ordre témoigne au mieux d'une compétence mystérieuse et non explicitable. L'artisan le plus habile est rarement expert de sa propre expertise. L'alternative objective du ça marche ou ça ne marche pas reste le seul critère de bonne exécution auquel répond, *in fine*, la sanction concrète de l'acheteur ou du commanditaire. Pour la suite du propos, ces remarques n'ont d'autre intérêt que celui d'introduire la distinction entre outil et instrument. L'artisan use d'outils. Il en a appris l'usage qu'à son tour il transmettra toujours dans la visée exclusive de l'exécution des tâches et sous-tâches pratiques qui s'ordonnent à la réalisation d'un objet singulier. En distinction, on peut considérer l'instrument (il ne s'agit plus ici d'un effet de lexique) comme un outil qui incorpore du cognitif. Il est médium en ce qu'il affecte la perception et la représentation. Dans l'histoire de la technique, l'essor de l'instrumentation au cours de la Renaissance — instruments sémiotiques tels les tables, le dessin en perspective, aussi bien que mécaniques — marquera l'avènement d'un temps nouveau dont on peut saisir, encore de nos jours, les traits essentiels à travers le développement des technologies formelles et matérielles du traitement de l'information. Pour Bruillard (1998), la prise en compte de cette distinction outil-instument est de grande importance pour sortir les applications scolaires de l'informatique du ghetto utilitariste où on les a enfermées.

I.2. Médiation

Toute médiation technique n'induit pas une rupture avec l'ordre ésotérique. Les instruments sémiotiques du culte servent autant à l'interprétation des signes qui viennent du monde virtuel-sacré qu'à leur établissement. Les liens qui singularisent un réseau religieux (pléonasme !) ne sont pas autre chose que les symboles techno-mimétiques — alimentaires, guerriers et médicaux — de la survie communautaire. Que certains soient prêtres et tous les autres bien nommés pratiquants, fidèles ou dévots, ne trahit rien d'autre qu'un niveau d'expertise dans le maniement des instruments symboliques. Leur initiation à la traduction-interprétation des symboles en d'autres plus accessibles et donc plus utiles pour la soumission du plus grand nombre distingue les premiers. C'est cette couche d'instruction exégétique, non visible et non accessible aux profanes, qui, à l'image d'une couche logicielle dans une application, leur confère le rôle de passeurs dans le monde clos du symbole.

Mais la médiation technique touche aussi aux modes et aux instruments de transmission du savoir positif. Sur un plan sémiotique, ces instruments ne sont pas sans liens avec ceux utilisés dans les phases d'élaboration. Nous posons ici, avec Duval (1995), qu'un travail de production de savoir théorique et conceptuel comme on dit, sans être réductible à la sémiosis n'en saurait être en totalité indépendant. Il en va de même pour les savoir-faire techniques. Parmi les instruments de transmission et d'élaboration trois sont à considérer en raison de leurs rôles dans nos machineries sémiotiques modernes : l'image formelle comme la carte, la représentation graphique, le schéma ; la mise en texte comme la liste, le résumé, la démonstration ; le tableau, intermédiaire entre les deux,

comme la table statistique, le tableau généalogique, chronologique.… Ces trois instruments apparaissent de plus en plus souvent liées dans des configurations très variées, de l'encyclopédie au document technique. Imputable à l'évolution des technologies électroniques de l'information, l'élévation de la fréquence d'occurrences liées issues du monde monosémique de l'image formelle et du monde de la mise en texte, réactive les questions cognitives de grande portée du transfert et de la traduction.

L'élève, l'apprenti ou le formateur n'est pas, à l'image d'Athèna surgissant, certes avec l'aide d'Héphaïstos, toute armée du crâne de Zeus, immédiatement habiles dans les maniements des instruments formels ou matériels nécessaires à l'accomplissement de leurs tâches. Ces instruments cristallisent une longue et souvent douloureuse histoire. Ainsi, les instruments sémiotiques les plus caractéristiques, sur le plan d'une laïcisation de la technique comme les tableaux de nombres à plusieurs entrées et les représentations graphiques apparaîtront tardivement. La première représentation graphique connue date du XI[e] siècle[3] et il faudra attendre Oresme au XIV[e] siècle pour qu'on puisse établir la première représentation graphique d'une relation linéaire. Toutefois ces systèmes de signifiants, en eux-mêmes ou pris isolément, ne présentent aucune garantie à l'encontre d'interprétations erronées. Les manipulations d'échelle, les présentations en perspective, les graphes à échelles multiples (sur tous ces points voir Bertin, 1977) et d'autres jeux sémiotiques sont susceptibles d'entraîner confusions et erreurs.

A l'encontre de l'univocité des symboles qu'affirme la parole charismatique, la traduction d'une langue en une autre, de nombres en graphes, de graphes en phrases, de phrases en formules, de lettres en nombres, de lettres en mots, etc. ouvre de possibles glissements de sens et surtout réduisent le poids insupportable des symboles sur l'esprit qui se veut libre. Souvenons-nous que l'autorité théologico-politique (aussi bien que scientifique !) répugne à la traduction. Si l'extension des concepts n'est plus contrainte par un principe théologique ou métaphysique, mais par les syntaxes et calculs (logiques) dans les cadres sémiotiques sous lesquels on peut les représenter et dans lesquels on peut les traduire, alors on comprend mieux l'importance des manipulations humblement détaillées de signes arithmétiques, algébriques, de figures, de tableaux, de schémas et de figures textuelles " *more geometrico ; more...* " chez ceux qui souhaitaient affranchir leurs démonstrations du principe d'autorité.

C'est cette traduction qui signe l'avènement de la science et rend son archive féconde. Non seulement les instruments sémiotiques médiatisent la construction des phénomènes, mais en plus les changements de cadre déterminent pour beaucoup l'histoire des obstacles et des rectifications de conception que leur franchissement va exiger. Quand Oresme dessine le graphe de la chute d'un corps, on peut certes considérer qu'il prélude à Galilée (c'est la thèse de Duhem), mais aussi que le caractère nécessairement spatial de son graphe induit une représentation du phénomène comme relation entre variation de vitesse et espace parcouru (ce sera la thèse que soutiendra Beeckman avec l'aide de Descartes et que Galilée, dans son fameux texte de 1938, saura corriger en liant au temps la variation de vitesse dans la chute). Pour être enfin mis à jour et expliqué, le phénomène devra faire l'objet d'un changement de perspective et s'affranchir des premières représentations spatiales. Sur un plan épistémique, les représentations graphiques synthétisent des relations objectives entre des grandeurs dont certaines mesurables, sur un plan cognitif les tracés peuvent prêter à des interprétations qui résultent de croyances culturellement renforcées. Ce constat n'a rien d'historique. Nous avons montré (Baillé & Vallerie, 1994) que certaines formes de graphiques liées à des énoncés déclenchaient un conflit cognitif dont la résolution supposait l'intervention de savoirs arithmétiques contre l'emprise visuelle des pentes. Cette leçon est à méditer dans une époque où le travail d'étude, les techniques calculatoires, la construction méthodique et réfléchie de l'argumentation, le travail de rectification d'erreurs sont souvent moins bien considérés que la spontanéité du sentiment et la force de l'assertion.

Nous sommes désormais en possession des instruments propres à assurer la communication laïcisée du savoir. Le mouvement va se poursuivre par la construction de nouveaux dispositifs qui ordonnent et normalisent la conduite de recherches, le débat scientifique et la transcription des récits d'expérience. Ainsi, l'institution au XVII[e] siècle des trois Académies de Florence, Londres et Paris va-t-elle favoriser le développement, dès le siècle suivant, d'une pratique normative de la science avec instrument (Licoppe, 1996). Le triptyque " préparation-effet-interprétation " va donner forme canonique aux textes de philosophie naturelle de laboratoire. Cette mise en forme de la neutralité savante a gagné des mondes éloignés de celui de la stricte expérimentation de laboratoire. Pour cela, les modélisations statistiques, logiques ou autres, ont exercé cette fonction de médiation neutralisante assignée aux instruments dans les comptes-rendus de laboratoire. Illusoire neutralité ? Certes la traduction des faits bruts en données (grandeurs mesurables ou non) et en signifiés (relations de proximité, d'emboîtement, de

[3] Il s'agit du manuscrit 14436 de Munich. Il représente les variations de latitude de planètes par rapport à la longitude.

corrélation, causales, etc.), s'opère à travers des filtres formels choisis en fonction de la nature des données et en raison de leur capacité à exhiber les effets et les résultats. Elaborer des instruments qui restent neutres tout en transformant (traduisant) des données ne va pas, on s'en doute, sans quelques difficultés.

Aucune machinerie sémiotique ne saurait être, par décision de principe, lavée des scories de la déformation. On ne sait si cela suffit à un relativisme de bon aloi, mais on devrait s'interdire de considérer une représentation graphique en tant que représentation symbolique et un compte-rendu de recherche comme l'archétype du texte sacré. La libération contrasymbolique de l'imaginaire exige la mise à distance des simulacres au moment où l'usage à des fins manipulatoires des images formelles et les artifices de rédaction ou de verbe, propres à l'esprit doctrinaire, vont trouver dans les NTIC un puissant renforçateur. Mais le voudrait-on, il serait impossible de n'accorder aux NTIC qu'une simple et innocente fonction phatique. Il faut donc veiller à ne pas trop vite s'accommoder d'un risque qu'une excessive centration sur les mécanismes d'apprentissage ou sur une cognition décontextualisée pousse à négliger. Une légitime inquiétude face au risque manipulatoire accompagne les questions suivantes : l'établissement d'une tribu planétaire électronique, est-ce aussi neuf et libérateur que d'aucuns le prétendent ? S'agit-il, par rapport à un passé trop souvent rêvé heureux, d'un changement d'échelle ou " en nature " ?

Puisqu'il est à nouveau question ici de l'usage des NTIC, nous considérerons, sans ironie et en les recontextualisant, ces sortes de machineries prométhéennes que des hommes soucieux d'instruire leurs prochains au plus près du divin, comme les glorieux ancêtres des machines prométhéennes modernes supposées libérer la pensée en instruisant la raison. La question de la langue universelle sera d'abord centrale. Plus tard, sans jamais disparaître, elle fera place à la raison qu'instrumenteront des machineries sémiotiques comme la géométrie algébrique chez Descartes, le calcul arithmétique et algébrique chez Leibniz ou la grammaire chez Arnauld et Nicole.

II. LES MACHINERIES SEMIOTIQUES PROMETHEENNES

II.1. La langue sacrée originelle

Il surprendra peut-être que, pour réfléchir sur nos modernes machines à apprendre, nous remontions aussi loin que chez les kabbalistes et, cependant, à y regarder de plus près ces derniers nous offrent quelques pistes de réflexion. Rappelons d'abord que la machinerie pansémiotique de la Kabbale s'ordonne à la quête de la langue originelle. Nous l'avons dit, de même que l'instrument ne se confond pas avec l'outil, voire la classe d'outils qui le compose ; de même la machinerie sémiotique ne saurait s'identifier à l'artefact qui peut en être le support. L'artefact, c'est la Torah, le texte caché. Pour communiquer la connaissance divine à l'homme, via la Torah, le kabbaliste invente une machinerie sémiotique qui tient à la fois d'une technique rigoureuse, de détours et de ruses, si bien que nous trouvons là résumés et réunis les deux significations du mot machinerie.

Au commencement, en désordre, étaient des lettres de feu noires et blanches. Dieu devait les donner à Adam lui livrant ainsi le secret de la création du monde. Adam a failli et Dieu a confié la Torah originelle aux anges, ne laissant à l'homme qu'un amas de consonnes dont ce dernier cherche à retrouver le sens originel. La lecture des kabbalistes théosophiques respecte la matérialité et l'ordre du texte. L'interprétation se fait grâce à trois procédés : le notariqon (acrostiches), la témourah (les anagrammes) et la géomatrie (l'utilisation de chiffres pour des lettres). Il s'agit d'une combinatoire. Le kabbaliste aborde le texte comme un système symbolique (de la parole de Dieu) qui raconte des événements, nomme des choses, invente des préceptes. La mécanique fabrique quatre niveaux d'interprétation : le littéral, l'allégorico-philosophique, l'herméneutique et le mystique.

La Torah médiatise le rapport de l'homme à la connaissance donc à Dieu et l'homme tente par de multiples combinaisons qui ont valeur de ruses de révéler le sens caché. La machine n'est pas une machine à inventer du savoir, c'est une machine à rendre visible un savoir préexistant. La kabbale des noms au 13^{e} siècle ira bien plus loin puisque son représentant le plus célèbre : Aboussafia fait du kabbaliste un mécanicien. Cette fois-ci, la lecture " altère, bouleverse, décompose et recompose la surface textuelle et la structure syntagmatique, jusqu'à ces atomes linguistiques formés par chaque lettre de l'alphabet selon un processus continu de recréation linguistique". (Eco, 1994, p.46). Chaque lettre correspond à une entité divine et par l'épellation c'est à dire le travail du souffle la lecture à voix haute conduit à une connaissance extatique.

Certes, les concepteurs de nos machineries modernes s'appuient sur des techniques rationnelles mais sommes-nous bien certains que les usagers de nos computeurs personnels, pour qui l'artefact fonctionne comme une boîte noire, accède à la connaissance par un chemin autre que mystique ?

II.2. Lulle et la quête de la langue parfaite

Lulle est l'auteur de la première machine à créer une langue parfaite et universelle. Là encore, le projet — une langue universelle permettant aux hommes d'abolir les barrières de la communication — et le moyen — un instrument pour combiner et calculer — ne sont pas étrangers à nos préoccupations. *L'Ars Magna* se présente comme un instrument didactique. Lulle pense que la langue universelle sera l'instrument de la communication universelle qui fera taire les armes et permettra de convertir les infidèles. Quoique inspiré d'Aristote, l'*Ars Magna* de Lulle est un instrument didactique et non logique qui prétend représenter la réalité du monde.

Il comprend un système sémantique composé de symboles correspondant aux neuf substances universelles (partagées par tous les hommes) et un système syntaxique de combinaison de lettres par paires. Lulle se sert de différentes combinatoires ou figures qui fabriquent chaque fois des propositions syllogistiques. Avec la quatrième figure, il fait appel à un mécanisme constitué de trois cercles concentriques réunis en leur centre par une cordelette. En bougeant les cercles on arrive à 1680 ensemble quadruples qui donnent des propositions comme la bonté est grande, la magnitude est bonne etc. Mais Lulle bute sur le fait que son système sémiotique produit des suites de phrases inacceptables pour la raison théologique comme : l'avarice est différente de la bonté, Dieu est avare, Dieu est différent de la bonté.

Il n'entre pas dans notre propos de comparer ces constructions à des discours types produits par nos modernes machines. Sa théorie trouvera alors son apothéose dans *l'Arbor Scientiae* qui prétend refléter le cosmos à partir de notions élémentaires universelles inscrites dans un système clos et hiérarchisé. *L'Ars* devient progressivement un moyen d'organiser tout le savoir humain (théologie, médecine, droit, astronomie, etc.) selon un système hiérarchique et circulaire qui rend compte de la Chaîne de l'Etre telle qu'elle existe réellement ou ce qui revient au même pour lui, métaphysiquement. Bien sûr Lulle échoue car il bute sur le problème du contenu qui ne saurait se ramener à un lexique fût-il universel. Il mourra, le veut la légende massacré par les infidèles qu'il était venu convaincre son *Ars magna* à la main. Plaise au Ciel que Bill Gate et ses disciples ne connaissent sort aussi funeste en parcourant le monde avec leur *Microsoft Magna*.

II.3. De Bacon à Wilkins : laïcisation du savoir et langues artificielles

Bacon (Francis), dont chacun s'est entendu dire qu'il a fondé la science naturelle moderne, qui nous a appris à connaître la nature en lui obéissant et dont l'esprit expérimentaliste s'oppose au rationalisme cartésien, s'est penché dans ses œuvres premières sur le mythe de Prométhée. Selon la tradition, Prométhée a créé le genre humain. Il va progressivement devenir le symbole de la providence, puisque la seule chose que les anciens ont attribué à la providence, c'est la création de l'homme. Bacon[4] fait siennes les interprétations d'un Mythe qui fera du feu dérobé, l'origine de l'industrie, des arts mécaniques et des sciences par lesquels l'homme peut modifier sa condition originelle et devenir à son tour le maître de la création.

On peut trouver un certain intérêt au fait que dans un ouvrage, considéré par la plupart des commentateurs comme un exercice littéraire, apparaissent des thèmes de réflexion qui seront au centre de tout le travail ultérieur de Bacon. Celui-ci s'est servi de l'interprétation du mythe de Prométhée pour esquisser les thèmes fondamentaux qui seront développés dans le *Nuovo Organum* (1622). Pour saisir l'écart entre l'idée baconienne de science et l'idée de science qui fut celle de la Renaissance, comme l'écart qui le sépare de Descartes, il nous sera utile de relever ce passage, très significatif, de son *Prométhée*, plus précisément de cet ajout qu'il fait en référence à la course aux torches des fêtes prométhéennes. N'oublions pas que cette célébration contient un avertissement plein de sagesse : la perfection des sciences doit reposer sur la succession des efforts de plusieurs et non sur la rapidité et l'habileté d'une seule personne. C'est pourquoi ceux qui sont les plus rapides et les meilleurs à la course et en

[4] Nous ne sommes pas sans savoir combien, dans un texte sur les médias contemporain, les références qui suivent peuvent paraître provocatrices. Il est de si bon ton de confondre dans une même opprobre la science baconienne ou les "erreurs" de Descartes. Il n'est pas inintéressant de noter que l'admirable ouvrage de Paolo Rossi, qui nous sert, avec d'autres, de référence magistrale, ait attendu plus de trente ans pour être traduit en français.

toute compétition, seront peut-être les moins habiles à garder leur torche allumée. Le risque d'extinction est grand plus durant une course trop rapide en raison de l'effet du vent crée par le coureur, (“ le vent ” créé par la hâte et l'irréflexion du néophyte !). Le risque est tout aussi grand qu'une course trop lente ne consume la torche avant que le but soit atteint (“ la paralysie ” due à l'irrésolution ou l'attentisme du prudent !). C'est grâce à une course raisonnable et collective que la torche (la lumière) sera apportée toujours plus loin. Bacon souhaite qu'on renoue avec ces jeux en l'honneur de Prométhée et *in fine* de la nature humaine, avec cette compétition, cette émulation et ce but, noble s'il en est, de porter au plus loin la lumière, en sorte que la science n'ait plus à dépendre de la torche tremblante et agitée d'un seul, fût-il l'auteur du Discours de la méthode. A quand la cyberfête prométhéenne ? Les promoteurs de toutes sortes d'olympiades intellectuelles feraient bien de s'inspirer du grand Lord Chancelier.

C'est dans le contexte de rénovation scientifique inauguré par Francis Bacon que s 'inscrivent les recherches sur la langue universelle et parfaite. La quête, cette fois-ci, vient des îles britanniques où elle répond à différentes motivations : religieuses, une nouvelle langue universelle devrait permettre de contrecarrer l'hégémonie papiste ; commerciales, elle faciliterait les échanges entre les hommes et autoriserait l'économie d'un interprète ; pédagogique: elle permettrait une meilleure éducation des enfants, à l'image du pansophisme coménien. Tout comme Descartes, Bacon veut débarrasser les discours des hommes des *idola,* ces idées fausses qui nous viennent de nos limitations naturelles et individuelles (et nous ne pouvons nous empêcher de faire le rapprochement avec les *petites âmes* de Descartes), soit, des dogmes hérités de la tradition aristotélicienne. Plus tard, Hobbes et Locke insisteront, à leur tour, sur l'imperfection des langues naturelles dont la sémantique peu rigoureuse suscite la confusion et la mésentente entre les hommes.

A la différence des précédents, Bacon sera moins tenté par la quête de la langue parfaite, quoique les questions linguistiques le passionnent, que par l'entreprise philosophique. Celle-ci doit précéder l'entreprise linguistique. Il faut d'abord établir l'encyclopédie du savoir humain, puis une grammaire philosophique ou naturelle — la grammaire des concepts des choses universelles et de leurs relations, postulées *à priori*, avant que de songer à construire les signes qui permettront de nommer le monde universel des idées et des choses et de leurs relations. Qu'il s'agisse des signes *ex congruo* (iconiques et motivés) ou des signes *ad placentum* (arbitraires et conventionnels) Bacon préconise des signes (des caractères) qui se rapportent directement à leurs objets et non à un son comme c'est le cas avec la langue naturelle. Il ne cherchera pas à inventer des caractères ou signes (projet linguistique) mais plutôt à créer un alphabet des notions fondamentales (projet philosophico-scientifique). C'est ainsi que son *Abecedarium Novum Naturae* (1622) constitue une tentative d'indexation du savoir à l'aide de lettres grecques.

Pour dresser l'inventaire du savoir universel, Wilkins dans *son Essay toward a Real Character and a Philosophical Language* (1668) s'inspire encore de l'Arbre de Porphyre. Mais “ pour pouvoir construire des caractères qui renvoient directement à des notions (sinon aux choses que ces notions reflètent) il faut deux conditions : (I) la détermination de notions primitives ; (II) l'organisation de ces notions primitives en système, et ce système représente un modèle d'organisation du contenu ” (Eco, p255) Son *Ars* comporte(comme chez Aristote) non seulement les substances (notions et choses primitives) et les différences (caractéristiques particulières à une seule espèce) mais aussi les accidents (quantités, qualités, actions, relations publiques ou privées). Il part de 40 genres majeurs qui se subdivisent en 251 différences particulières, dérivées elles-mêmes en 2030 espèces particulières. Ensuite, il propose une grammaire naturelle simplifiée qui lui permet d'établir les morphèmes et les marqueurs pour les termes dérivés. Sa langue se divise entre langue écrite et langue parlée : la langue écrite composée à l'aide d'idéogrammes ressemble aux caractères chinois. Elle est imprononçable et si la langue orale repose sur une combinatoire identique elle relève d'un apprentissage entièrement différent. La langue écrite se sert de caractères réels chargés de représenter les différents genres, différences et espèces, tandis que d'autres signes, les particules transcendantales, servent à indiquer la copule, des adverbes, des prépositions ou des conjonctions. Le système étant fini, au départ, puisqu'il s'agit d'une classification naturelle et non d'une langue issue des dictionnaires des langues naturelles, certains mots de la langue anglaise ne trouvent pas leurs équivalents (Wilkins a tout de même traduit 15000 termes) mais il fournit les procédures (substitution, extension, décomposition) qui permettent d'inventer de nouveaux mots. Les particules transcendantales sont autant de marqueurs qui amplifient ou changent la signification d'un terme de manière dynamique. Il s'agit bien d'une grammaire de type génératif mais dont les limites tiennent à la construction et au maniement de l'instrument. Reprenons l'exemple cité par Eco (op cité, p. 286) : *Deta* signifie arc-en-ciel, imaginons le caractère *Deα*a. Nous devrions être en mesure de le placer dans l'Arbre de Porphyre puisque dans le système de Wilkins tous les composants du caractère sont des traits signifiants, mais le système ne nous dit pas la formule à appliquer pour découvrir, (à l'exemple d'une formule chimique), grâce à l'application rigoureuse des particules transcendantales, les caractéristiques d'un terme *inconnu.* Ce défaut d'ordre logico-grammatical implique le retour en force d'un sémantisme que Wilkins aurait souhaité éradiquer est à l'image des problèmes que rencontrera Chomsky dans les versions de sa grammaire générative qui succéderont à la première. Wilkins,

souhaitait inventer une langue telle qu'en apprenant le caractère d'une chose on était également instruit quant à sa nature. Mais comme l'avance hardiment Eco, les caractères ressemblent en fait aux pointeurs de nos modernes ordinateurs : ils donnent l'accès à des informations stockées en mémoire. Or, ces informations, lorsqu'on arrive aux éléments primitifs, ne sont pas les notions innées, dont rêvait Wilkins, qui devaient être indéfini " et ils ne le sont pas puisque l'ensemble des tableaux ne fait que les définir à travers des expressions de la langue naturelle. " (Eco, 293) Mais puisque chaque élément n'est pas défini sans équivoque possible par la place qu'il occupe dans l'arbre général des choses le système organise des subdivisions où les termes renvoient les uns aux autres par des nœuds et des liens permettant, ainsi, d'exprimer la même chose d'un point de vue différent. [5]On l'a compris, Wilkins pensait déjà en termes de réseaux et son arbre préfigurait un hypertexte. Le rêve d'une organisation dynamique du savoir butte également sur des difficultés d'ordre technico-didactiques. Les auteurs de l'époque, ont conscience qu'il ne suffit pas d'inventer un système cohérent, encore faut-il que ce dernier puisse effectivement être appris et manipulé par leurs lecteurs ou les futurs locuteurs. Or, leurs langues artificielles, ne parviennent à un isomorphisme total entre la langue et le contenu que dans la mesure où chaque élément composant les caractères est un trait signifiant. Du coup, la moindre variation graphique provoque un changement de signification et cela rend la mémorisation plus difficile. Il est plus difficile d'opposer et donc de mémoriser les caractères *Fran* et *Flan* que table et charrue. Pour remédier à cette difficulté, Dalgarno (1661) propose de recourir au vieux procédé associationniste. Si la table se dit *Fran* et que la charrue se dit *Flan*, il convient d'associer le caractère *Fran* au mot ***Fran***ce et le caractère *Flan* au mot ***Flan****ders*, de sorte que France évoquera la table et Flanders évoquera la charrue. En conséquence, il est nécessaire d'apprendre un code mnémotechnique pour apprendre la langue. Songeant aux interfaces des applications informatiques, didactiques et autres, nous sommes en droit douter qu'elles aient réussi à inventer des moyens moins coûteux cognitivement pour l'usager que l'apprentissage d'une double langue ! C'est à ces difficultés que les successeurs, en particulier Descartes et Leibniz, tenteront d'échapper par des démarches très différentes.

III.LES MACHINERIES SEMIOTIQUES MODERNES

III.1 Descartes

C'est un autre paradoxe, admirablement mis en évidence par Séris (1995) qui nous fonde à évoquer Descartes. Il est parmi des premiers à se poser la question de la construction d'une machine à parler en examinant conjointement la thèse de l'imitation du vivant par les machines et celle de la possibilité pour les machines de penser. Séris nous guide dans l'examen de ce paradoxe qui fait de la coupure affirmée entre la mécanique et la pensée, l'origine d'un réexamen de la question du rapport entre le langage et la parole. La mécanique cartésienne est sémiotique. Le codage des mouvements et des grandeurs relève d'un travail machinique, mais les machines qui codent ne sauraient parler ni apprendre. A la différence de ses prédécesseurs, Descartes ne s'intéressera pas à l'art de combiner les signes.

Sur Descartes on a tout dit : on a dénoncé son dualisme, ses erreurs en physique, sa géométrie algébrique sans l'infini, le *Discours* plus proche de l'auberge espagnole que de la méthode scientifique, etc. On a aussi loué sa conviction rationaliste, sa critique de l'Ecole, sa conception du langage-pensée (Chomsky, Fodor). Il nous faut encore y revenir, brièvement. Sa position de mécanicien, son rejet de la logique d'Aristote et, partant, des conceptions de Lulle, son combat contre le savoir occulte, lui confèrent un rôle charnière dans notre problématique. On nous pardonnera de citer dans un ouvrage sur la communication le nom de celui qui fut le hautain défenseur d'une conception solitaire, sinon " solipste " comme le déclarera Leibniz, de la science. Malgré son abondance, le contenu de la correspondance et quelques passages du *Discours* ou des *Principia* ne laissent aucun doute : c'est plus le souci de convaincre de l'excellence de son opinion ou de sa méthode que la volonté de s'engager dans un travail collectif qui guide Descartes. Nous sommes à l'opposé de Bacon, malgré la réflexion qui suit sur une langue universelle-artificielle.

Dans sa lettre à Mersenne du 20 novembre 1629, il aborde la question d'une langue artificielle qui serait proche de la naturelle. Ce projet qu'il critique, attribué à un certain des Vallées, le fonde à préciser qu'il n'y a que deux

[5] Par exemple, le *chien* peut apparaître dans une subdivision où il sera classé géographiquement, biologiquement, ou fonctionnelement ; la *défense* sera économique ou financière, dans la sphère publique ou privée etc.

choses à apprendre en toutes les langues : la signification des mots et la grammaire. On peut s'amuser à trouver dans l'exemple du chinois quelque lointain rapport à l'objection que Searle présentera au test de Turing. C'est que pour Descartes, si on peut toujours apprendre d'un dictionnaire la signification des mots, c'est la seule grammaire qui organise la langue dans son rapport avec les idées. La langue artificielle sera universelle si elle permet l'expression de toutes les procédures de pensée. On en est loin dira Descartes. En est-on plus proche de nos jours ?

A propos du rapport de la pensée, la règle VII des *Regulae*[6] est éclairante. Elle décrit le mouvement de la pensée (*cogitationis motus*) sous la forme de l'algorithme de la transitivité, l'induction sous la forme de deux modèles : celui que nous connaissons et celui quelque peu original de l'énumération. Enfin au syllogisme sera préféré le recensement exhaustif de ce qui se rapporte au problème posé. Cette règle est exemplaire de la démarche en ce qu'elle nous montre comment des considérations sur la limitation des mémoires pilotent une organisation à la fois algorithmique et stratégique. C'est toujours en raison de cette limite mnésique que le livre troisième de la géométrie et la règle XVI des *Régulae* reviendront sur l'exigence de concision.

Pour Auroux (1979) le monde clos de la science antique repérable par l'encyclopédisme et par les Sommes du Moyen Age, le monde du savoir additif, s'oppose au monde de la science infinie qu'inaugure Descartes, réduite pour lui à quelques principes more *géométrico* (comme chez Spinoza). Bien entendu, il ne s'agit pas de faire de quelques principes généraux la base d'un enseignement. Les marchands de " méthodologies pédagogiques " trouveraient dans le Descartes de solides arguments en faveur de leurs thèses, n'était le retour constant qu'il fait sur le contenu du savoir en réfléchissant aux meilleures façons de présenter les signes et en prenant le louable soin de détailler ses calculs et ses déductions. Le mécanicien délaissant les grands principes fait tourner la machine et nous la montre dans ses plus modestes rouages. On est loin de l'apprendre à apprendre et des facilités qu'il procure aux formateurs peu concernés par le contenu d'apprentissage. Se défendre de l'encyclopédisme ou de l'excès d'érudition, qui ne semblent pas être de pressants dangers dans nos écoles, est certes un but estimable, doit-on pour y parvenir négliger l'étude et la mise en œuvre patiente et renouvelée des techniques d'analyse, de calcul, de rédaction qui s'attachent à un contenu ? Pour finir notons que les interrogations de Descartes sur la possibilité d'une langue artificielle n'engagent en rien l'avenir et que son travail de sémioticien sera poursuivi, selon d'autres voies, par Leibniz dans la même et louable visée d'une compréhension et d'une diffusion du savoir mieux assurées.

III.3. Leibniz

Alors que Descartes en révoquant la logique d'Aristote et en établissant la science sur quelques principes généraux rompt avec la scolastique, Leibniz retrouve l'Ecole, la logique et l'art de combiner. Sur le plan qui nous occupe, il rallie Bacon, malgré l'anti-aristotélisme de ce dernier, dans sa critique du langage ordinaire (Livre III des *Essais*) et revient à une conception aristotélicienne du signe. Un mot est la marque, le signe — *nota* — de la pensée et empreinte extérieure — *signum* — de cette même pensée. Ce décalage nous replonge dans la doctrine de la traduction de la pensée par le langage. Auroux (1996, pp. 24-25) rapproche cette conception de celle que développe Fodor dans ce qu'il nomme mentalais, sorte de " langage résident inné " qui ne serait pas une langue naturelle mais un langage. Du reste le fait que pour Fodor et certains autres, les processus cognitifs relèvent de modèles de calcul (modèles computationnels) inscrit cette doctrine dans la lignée qu'inaugure Leibniz (et non Descartes auquel Fodor ou Chomsky se réfèrent parfois abusivement) et dans laquelle on retrouvera Hobbes et Condillac.

Auroux (op cité), identifie la période qui va de Descartes à Condillac via Port-Royal comme le passage d'une conception analogique de la langue à une conception digitalisée. Dans ce passage Leibniz joue un rôle crucial en soulevant la question du rapport entre le langage et le calcul et en établissant le calcul infinitésimal en une forme si commode qu'elle sera préférée à celle de Newton. Le travail sémiotique, exemplaire d'un souci de clarifier les calculs, est à rapprocher du rêve de construire une machine à penser et à calculer comme aboutissement l'Art de Lulle. Ainsi, L'*instrumentum cogitendi* leibnizien nous intéresse à la fois pour lui-même et aussi dans la mesure où il s'inscrit dans un plus vaste ensemble historique. Le travail de sémioticien qu'il réalise, conformément au débat de l'époque, est relatif aux rapports entre langage et pensée. Leibniz s'intéresse à la langue artificielle selon un point de vue distinct de celui du Descartes de la lettre de 1629. Il part des langues naturelles (il est

[6] Les *Regulae* constituent un ensemble de préceptes rationnels fondés sur le modèle du travail mathématique. Signalons ici combien cet ouvrage, malgré (ou à cause de) son inachèvement, constitue, pour les questions qui nous occupent, une référence plus significative que le *Discours* ou les *Méditations*.

polyglotte) et de la grammaire du latin. Les premières n'étant pas réformables car elles cristallisent des cultures, il convient donc de créer une langue artificielle-universelle à partir de propositions linguistiques qui sont loin de contredire Port-Royal, en particulier sur les définitions du nom et du verbe. La simplicité d'usage devra être une caractéristique essentielle de cette langue qui ne comportera aucune déclinaison ou son correspondant prépositionnel. On n'est pas loin de cette sorte de langue outil mondiale dont l'efficacité découle d'une réduction grammaticale et syntaxique de l'anglais et qui effraie tant les royaux académiciens.

Soucieux de défendre le caractère non arbitraire de la pensée, Leibniz récuse la thèse classique de ceux qui comme Hobbes jugent arbitraire le langage (ce que défendra Condillac). La réplique de Leibniz n'est pas sans rapport avec ce qu'avanceront Frege et d'autres à sa suite. Seule la matière des mots est arbitraire, non leurs relations dont dépend la vérité. Cette insistance " moderne " sur l'incidence sémantique des liaisons résulte de la place de la notion d'idée dans la Grammaire de Port-Royal. Auroux (1979) insiste sur le fait que pour la sémiotique des XVII^{e} et XVIII^{e} siècles, le concept d'idée est un concept central aussi bien pour les empiristes que pour les tenants de la Grammaire de Port-Royal. A partir de 1695, Leibniz utilisera le terme d'*automaton spirituale* dans lequel certains (Séris, op. Cité) ont pu voir la première formulation d'un programme d'intelligence artificielle. Le *calculamus* s'applique au fonctionnement de l'automate comme exécution algorithmique du calcul. On est loin des vagues préceptes cartésiens.

Sur un plan métaphorique, la monadologie n'est pas sans rapport avec cet enseignement individualisé si largement prôné de nos jours et que les NTIC devraient favoriser. Si chaque monade-élève poursuit à son rythme, selon un cheminement propre, un chemin scolaire heureux et singulier, la totalité des individualités concourt à l'harmonie, enfin retrouvée, du tout que désigne l'école. Le déploiement de ces monades-élèves, qui n'ont guère besoin de communiquer entre elles dans un monde électronique, est certes pure fiction. Certains en doutent quand, évoquant les longues heures passées par les enfants devant la TV, ils suggèrent d'en proscrire les images de violence afin de préserver l'harmonie civile et sociale. Sur le plan des NTIC, le propos vise ces machineries enseignantes, des didacticiels d'entraînement aux tutoriels, qui placent l'élève dans la situation du joueur solitaire devant son écran

IV. LES MACHINERIES SEMIOTICO-COGNITIVES

IV.1. L'instrument cognitif

La distance entre les précédents auteurs et nos modestes préoccupations semble si grande qu'on peut s'interroger sur l'utilité de ces références. Notre propos, simplement introductif, ne saurait confondre les problèmes et, *a fortiori*, les solutions qui singularisent par exemple des périodes aussi différentes que notre siècle ou le XVII^{e}. Il s'agit de souligner simplement que la modernité technique, si on la rapporte à une épistémé de la cognition, ne participe pas nécessairement de la rupture que l'apparition de savoirs positifs (en sciences biologiques, humaines, sociales et informatiques) semblait annoncer et rendre irréversible. Par ailleurs, il ressort de la constitution même d'un champ sémiotique d'avoir à s'étendre dans le temps et d'apparaître, soit comme la trace (synchronique) d'une culture lointaine et stable, soit comme le tracé (diachronique) d'une civilisation qui avance. Il ne nous semble donc pas plus vain de remonter aux sources de nos problèmes techno-cognitifs que de rechercher dans les conceptions linguistiques anglaises du XVII^{e} les premières formulations de la philosophie analytique (et des actes de langage) ou que de trouver dans Port-Royal quelques bonnes raisons pour tenter de construire une grammaire universelle.

Les sciences de la cognition ont le défaut des sciences en émergence : les non-spécialistes, comme du reste beaucoup de spécialistes, y trouvent à dire, à redire et à médire sans grand risque d'avoir à prouver la moindre compétence dans le domaine. Ainsi les discours apologétiques à l'endroit de l'usage des NTIC en enseignement-formation font-ils référence au traitement de l'information, à la construction des connaissances, à l'apprentissage, à la métacognition et à quelques autres notions, sans trop se soucier de leur valeur dénotative et de la pertinence de leur place dans les jugements pédagogiques. Les énoncés sur la complexité, sur la non linéarité ou sur la modularité, sortis de leurs contextes formels (faibles ou forts) n'ont, la plupart du temps, qu'une valeur métaphorique. Pour favoriser les acquisitions de savoirs et savoir-faire, c'est certainement un autre type de rapport qu'il faudrait proposer aux sciences de la cognition. Un rapport qui récuse *a priori* toute démarche déductive dans le sens : théorie de la cognition-application NTIC ; un rapport qui intègre le savoir du technicien (de l'ingénieur) et le savoir du chercheur dans cette pratique qu'il faudra bien finir par maîtriser un jour : la recherche-développement en éducation.

On peut toujours croire que le système cognitif humain consiste en une machine qui traite (compute) des symboles explicitables. Du reste, en sciences de la cognition on peut croire beaucoup de choses si l'on considère dans l'énoncé des doctrines le rôle des métaphores. On peut même croire que tous ces symboles et leurs liens correspondent à autant d'unités d'information qui accèdent aux aires périphériques. Il suffirait alors de rendre explicites les objectifs, les pas de programme, pour que les sujets comprennent. Or, sur les aires périphériques ne parvient qu'une partie de l'information. Les directions de traitement sont plus tournées vers l'intérieur du système nerveux central que vers l'extérieur et les systèmes activateurs ascendants et descendants (avec la vielle formation réticulaire) ne s'articulent pas directement avec un pilotage top-down ou bottom-up des informations. Le maître traditionnel éprouvait bien que sa leçon magistrale n'aurait de sens que si elle était suivie et précédée par un travail d'étude. Ce maître n'entretenait probablement aucune illusion sur la transférabilité immédiate des formes et du contenu de son discours.

Il va de soi que nous ne prônons pas le retour à des formes magistrales d'enseignement. Nous tenons plus simplement à rappeler que l'essentiel de la fonction cognitive des NTIC ne revient pas à proposer une entrée ludique à l'apprenant dans un simulacre de mondes problématiques. Cet apprenant devrait en assimiler, sans douleur, la composition à la manière d'un présumé expert. Du simple exposé documentaire jusqu'aux simulations, les NTIC sont à considérer comme instrument cognitif non par leur capacité métaphorique à produire un fonctionnement fidèle de l'esprit, mais en raison de leurs capacités, encore peu utilisées, d'aider l'apprenant à contrôler ses apprentissages. Nous empruntons la notion d'instrument cognitif à Vygotsky quand il attribue à des " adaptations artificielles " le soin de contrôler les processus psychiques. Dans les NTIC, du graphe représentant un parcours d'apprentissage jusqu'aux cartes cognitives, l'instrument se confond avec la sémiotique d'une mémoire externe des états et changement d'états cognitifs lors de l'exécution de tâches, si possible, bien analysées *a priori.*

La force d'une formation tient aussi à son aptitude à faire place à des activités conscientes qui participent du contrôle et de l'orientation dans les tâches d'apprentissage. Sachant que toute la cognition est loin d'être consciente, il n'est pas sans intérêt pour les dispositifs didactiques de rechercher les moyens de traduire en actes signifiants le fonctionnement de la conscience. Avec Duval (1996) nous pensons que le recours à une pluralité de registres sémiotiques, la traduction d'un registre sémiotique en d'autres et leur coordination caractérisent le fonctionnement de la conscience[7]. Pour Duval, la réintégration de la conscience n'a rien à voir avec le subjectivisme, au contraire, elle porte sur des actes de nature sémiotique qui permettent au sujet de viser, percevoir, décomposer, recomposer, bref travailler les objets et les formes sous lesquels un savoir se manifeste. C'est à ce niveau et aussi en raison du débat encore ouvert sur la nature, extrinsèque ou intrinsèque, des représentations sémiotiques, que les techniciens des NTIC trouveront matière à de solides expérimentations. Comme objet privilégié dans les médias modernes, l'image devrait être au cœur de ces recherches.

IV.2. Images

Touchant à nos machineries modernes (non nécessairement électroniques), la sémiosis réinvestit deux questions peu abordées dans le débat pédagogique : la question de l'imagerie et celle du dialogue homme-machine. Les deux ne sont pas sans lien avec l'interactivité et intègrent sans difficulté la problématique des systèmes multimodaux de communication. De nombreux travaux des psychologues et des neurologues relatifs à l'activité d'imagerie qui établissent un individu en phase d'acquisition ou d'apprentissage comme système cognitif articulant vision et traitement de l'image. Cependant, il est peu fréquent de voir accordée à l'activité d'iconographie, au sens que prêtait Dagognet (1969) à cette mise en forme dans la chimie, une place cruciale dans l'élaboration du savoir. Or c'est bien à ce dernier niveau que se noue le rapport didactico-épistémique des images, statiques ou dynamiques, du savoir. Plusieurs disciplines concourent à l'éclairage de ce point, mais la sociologie de la connaissance semble la plus ajustée à une approche sémiologique. Parmi les questions qui relèvent de cette approche on retiendra celle-ci : comment s'opère la sélection des images de la science à montrer à l'extérieur ? Une telle question, non dépourvue d'ambiguïté, intéresse très directement les concepteurs de programmes pour NTIC qui semblent croire en une substitution cognitive du champ externe de l'image au champ interne de l'esprit comme substitut du raisonnement et du sens et non comme évocation.

---

[7] On se reportera à Duval (1995) , cité en bibliographie, pour un développement plus étendu de la théorisation du rapport sémiosis-cognition. Nous regrettons dans cet espace de ne consacrer que quelques lignes allusives à un travail aussi profond qu'original dans le panorama didactico-psychologique français.

Lynch (1985, p 108) note : “ Il existe encore peu d’études qui traitent du détail concret de la représentation imagée scientifique. On a beaucoup plus traité en revanche les productions verbales telles que propositions, arguments, références analogies, métaphores et “ idées ” du raisonnement et de la “ rhétorique scientifique ”. La prolifération, depuis des années, des images dans les manuels scolaires, le recours à la vidéo, et désormais à un multimédia plutôt chargé sur le plan iconique, stigmatisent, en contraste, la rareté de travaux. Pour la sociologie de la connaissance, la visualisation ne consiste pas seulement à fournir des illustrations aux textes scientifiques, elle participe intimement de la façon dont sont inventés (dans un sens ethnologique) les phénomènes scientifiques. Depuis les observations initiales jusqu’à la publication des résultats, il y a production, transfert et transformation de représentations imagées. Celles-ci ne sont pas des preuves d’existence d’entités naturelles ou de leurs relations objectives, mais des preuves de pratiques méthodiques destinées à obtenir, dans ce qui s’offre au regard, un consensus sur ce qui peut être considéré comme savoir. La machinerie sémiotique se trouve donc très en amont des NTIC. Les instruments imagés et graphiques, les schémas, dessins techniques, représentations graphiques etc. filtrent les données, c’est-à-dire “ les font passer de l’état d’échantillons invisibles ou inanalysés en données visuellement codées, graphiquement analysées et présentées au public ” (Lynch, id., p.110).

Cela suffira à justifier une didactique de la signifiance centrée sur les transformations-traductions de codes, de registres sémiotiques, de langages et de langues. Ce sont ces transformations qui génèrent les syntaxes du savoir et elles n’ont rien de spontané. Elles forment une technologie sémiotique dont le premier mérite est de nous introduire à l’expérience virtuelle. Rappelons que, sans attendre les mondes virtuels électroniques, l’expérience virtuelle déroule depuis longtemps sa technologie littéraire et illustratrice pour le bien des philosophies naturelles. L’iconographie désarticulée des planches qui détaillaient des parties d’instruments ne le cède en rien, sur le plan du virtuel, aux textes d’expériences invoquées des savants du XVII^{e} siècle.

L’efficacité de l’imagerie présuppose que sa technologie tient compte de quelques éléments qui organisent les activités d’imagerie mentale. Tenir compte, comment ? En terme de reflet ou autrement ? S’il faut encore faire un sort à la conception “ reflet ”, c’est bien la preuve que l’idée selon laquelle un dispositif de présentation d’information serait d’autant plus efficace qu’il refléterait la structure de l’esprit reste une idée répandue. La plupart des interfaces mélangeant des énoncés et des images, la question du double codage de l’information (Paivio, 1986) demeure donc une question cruciale pour la réalisation d’interfaces cognitivement efficaces, ce qui n’a rien à voir avec la convivialité. Pour Denis (1989) si l’assimilation entre image et représentation sémantique d’un énoncé reste impossible, la coupure n’est pas aussi radicale. La présence d’éléments figuratifs dans un énoncé déclenche des processus d’imagerie qui peuvent, en outre, se substituer à des processus propositionnels. Il reste que le recours à l’image dans les processus de compréhension recouvrant de fortes différences individuelles, il est assez peu pertinent de construire des interfaces imagées sur l’implicite postulat d’un isomorphisme entre la représentation et les données représentées. Les travaux sur les cartes cognitives *versus* cartes graphiques recensés par Denis (op. cité) indiquent qu’il n’en est rien. Par ailleurs, le traitement des images serait analogique alors que le mode de calcul digitalisé serait activé pour le traitement des langues. Cela signifie que les deux modalités analogique et digitale coexistent et que leur activation conjointe dans la résolution d’un problème peut inhiber ou faciliter les traitements et les performances. Enfin, la lecture d’images formelles n’est pas insensible au niveau de maîtrise conceptuelle. Nous avons observé (Keskessa & Baillé, 1998) que les difficultés de lecture de cartes décrivant en continu, selon une procédure dite de modélisation statistique de processus, les caractéristiques de pièces en cours de fabrication, renvoyaient chez des élèves de l’enseignement secondaire à des obstacles notionnels (*eg*. la notion de tolérance) et à une incompréhension du mouvement de circulation et d’échange de pièces et d’informations dans une classe simulant le fonctionnement d’une entreprise. Les prévisions de pannes et les décisions à prendre ont eu à souffrir de cette lecture d’une image formelle de processus.

IV.3. Signes et interface

C’est à l’interface, notion en fin de compte peu mise en débat, qu’est dévolue la fonction contradictoire d’occultation et de mise à jour (ou en lumière au sens propre sur écran) des événements informatiques et des événements sémiotiques qui organisent le monde du travail instrumenté. Avant d’être l’objet de soins ergonomiques l’interface remplit la fonction ésotérique réservée aux initiés qui seuls connaissent l’architecture des formalismes auxquels renvoient les dénotations codées des symboles. La question de la porosité des mondes exotériques (celui des signes-stimuli et des comportements de l’usager) et ésotériques (celui des capacités de l’artefact) reste aussi une question ouverte. Le fait qu’elle se pose atteste le chemin parcouru entre une conception globale de la machine et une conception hiérarchisée en niveaux (depuis les matériaux jusqu’aux langages en passant par les circuits, etc.).

Un des moyens de l'approcher est fourni par l'étude du dialogue homme-machine ou homme-homme via une machine. Caelen (1997), après avoir souligné l'étendu du spectre des modes de communication mis en œuvre dans la communication homme-machine, insiste sur le fait que les diverses fonctions communicantes intègrent chez l'homme une boucle perception-action-cognition que la machine devrait prolonger ou assister. La question du dialogue ouvre directement à cette autre notion moderne d'interaction. L'interaction accorde au moins à l'un des interlocuteurs (homme ou machine) le pouvoir d'impliquer l'autre dans la réalisation de ses buts et de son plan d'action. Le dialogue serait alors une activité rationnelle orientée vers l'exécution de buts dans une action située. L'interaction ne présume donc aucune parité entre interlocuteurs et accepte la multimodalité. Serait-on enfin parvenu à concevoir et à construire la machine rêvée par Condillac ? Caelen (op. cité, p.128) nous avertit : " ...ce serait en effet faire fausse route que de prêter à la machine des capacités perceptives ou cognitives et d'imaginer qu'il suffit d'implémenter ces capacités pour résoudre le problème de l'interaction homme-machine ". L'intérêt de l'approche communication homme-machine c'est de nous obliger à renoncer à l'illusion d'une communication naturelle avec la machine ou calquée sur la communication naturelle. Le retour se fait donc sur la sémiotique des interfaces et sur les limites des artefacts.

On devrait entrer dans une période où l'ergonomie sémiotique des dialogues multimodaux se combinera aux prescriptions didactiques pour donner naissance à de nouveaux produits dans lesquels la logique épistémique ne s'alignera pas nécessairement pas sur une logique de facilitation cognitive. En formulant, à travers l'exemple de l'exemple de l'enseignement de l'analyse, les exigences que la didactique présente aux logiciels d'EIAO (ici le E signifie enseignement), Rogalski (1994) souligne, de son versant épistémique, les difficultés qui ne manqueront pas de se présenter à une telle démarche. Il assigne au tuteur, bien entendu intelligent, un rôle d'autant plus crucial dans l'apprentissage de la résolution de problèmes d'analyse, qu'il ne sera en aucun cas la reproduction de ce qu'on peut faire, en mieux, sans machine. De plus, il n'est pas question que le résolveur se réduise à un ensemble d'algorithmes et fonctionne comme un cahier d'exercices. Enfin c'est au niveau des métaconnaissances qui permettent la saisie d'un objectif et d'un itinéraire dans un savoir que le programme interagit avec l'élève. Notons sur ce dernier point la différence entre métaconnaissance, terme à dénotation précise dans un contenu et métacognition, terme qu'utilisent en général ceux qui disposent d'une vue panoramique sur le fonctionnement des connaissances. A l'encontre de l'idéologie de la facilitation, Rogalski propose de " brider les performances " et pour contrer l'effet d'uniformisation liés aux modèles algorithmisés de l'IA, il souhaite que la recherche s'oriente vers les différences et les spécificités qui s'attachent aux disciplines et sous-disciplines. Doit-on pour autant en venir à des heuristiques débridées ?

Au sein de la galaxie NTIC, les discours sur le multimédia restent, pour l'instant, entachés d'une illusion. Chacun, pourvu qu'il puisse construire sans restriction aucune, selon son rythme et ses besoins, un chemin de connaissance (pourquoi ce mot plutôt que celui de savoir ?) à travers des liens hypertextes, devrait réussir son apprentissage. On dispose de trop peu de résultats empiriques pour décider que les effets d'une séquentialisation préordonnée des items d'apprentissage, celle de dispositifs classiques d'enseignement, sont, à coup sûr et pour toutes disciplines, plus désastreux que les effets d'une séquentialisation qui peut s'avérer chaotique. En outre, les résultats de Hédon & Dessus (1996) en montrant que l'efficacité cognitive de liens hypertextes varie selon la nature du support et selon les tâches nous fondent à manifester la plus grande prudence devant l'enthousiasme des pédagogues de l'hyperlien et à souhaiter qu'un programme de recherches empiriques, bien contrôlées, reprenne cette question à propos des savoirs scientifiques et des langues.

Un peu comme le Husserl du début, traçant sa voie entre un psychologisme et un sociologisme, qui ignoraient alors cette capacité des savoirs à trouver aussi en eux-mêmes la possibilité de se déployer selon leur propre dynamique et rétablissant conjointement la conscience dans la plénitude de son pouvoir créateur dans sa visée d'objet, nous devrons à propos des formes de travail possibles avec les NTIC nous tenir désormais à égale distance du mentalisme et du technologisme (militant). Rappelons que, d'une part, l'élève n'est rien d'autre, en sa première personne et pour autrui, qu'une pure intentionnalité. Son dessein, lui appartient en propre et il n'est en rien ce livre des besoins et désirs dont on feuilletterait les pages en s'arrêtant sur celles qu'on jugerait les plus plaisantes. Mais, d'autre part, il n'a donné son libre consentement à rien et les explications de soi qu'il produit, la société et d'abord la société familiale les lui imposent. Ce n'est pas en occultant la tension entre ces divers pôles, en la dissolvant dans la pharmacopée hédoniste et ludique qu'on nous sert sous le nom de convivialité, que les NTIC favoriseront le travail d'apprendre.

EN GUISE DE REMARQUES FINALES

Nous n'avons prétendu qu'à l'esquisse. Nous avons dû faire des choix qui, comme tous les choix, sont discutables. Ainsi n'avons-nous pas évoqué Locke, Condillac et bien d'autres encore qui ne paraissent pas étrangers à notre problématique ; ainsi n'avons-nous pas pris le soin de rendre aux sémioticiens et linguistes du siècle la part qui leur revient dans notre réflexion. Les contraintes d'édition seraient en cette affaire de bien mauvaises raisons. Seule l'ampleur de la tâche que nous nous sommes donnée justifie ces manques que nous nous tenterons de combler dans de prochaines publications.

Notre souci était d'attirer l'attention des enseignants (du moins de ceux que ces questions intéressent) sur les traits non étroitement utilitaires d'une introduction des NTIC dans le monde de la formation. Ils doivent savoir que la prétendue interactivité qui singulariserait les tuteurs et autres environnements dits intelligents, reste encore pour une large part, du mode incantatoire plutôt qu'opératif. Il suffit de connaître par exemple la conception de Geometry ou de d'Anderson ou de reprendre les thèses de Rogalski sur les tuteurs intelligents pour faire le départ entre les thuriféraires de la communication et ceux qui rappellent sans cesse que, jusqu'à preuve du contraire, le contenu de l'interaction liée à la discipline semble plus déterminant pour sa mise en forme sémiotique (et donc pour le choix d'un support) que toutes les considérations relatives à des heuristiques générales.

Notre trop brève incursion dans le domaine des mythes visait à éclairer la question récurrente du rejet par les enseignants des dispositifs techniques supposés les aider. Beaucoup a été dit sur le sujet et les quatre temps de la " romance " de Cuban (1986) résument bien le déroulement du processus de rejet : prophéties sur le bénéfice extraordinaire à attendre de la nouveauté technologique ; expériences pilotes prometteuses ; dénonciation par les enseignants des insuffisances techniques et des difficultés contextuelles ; enfin, usage juste toléré et relativement marginal de ces mêmes technologies. Une demande de formation au maniement des technologies nouvelles qui se limiterait au seul mode d'emploi courrait le risque d'une régression aux confins de l'aliénation des artisans athéniens.

Le parti que nous avons pris de considérer quelques machineries sémiotiques repose sur cette idée qui semble encore assez peu partagée dans le monde des sciences de la cognition selon laquelle la conceptualisation n'est pas indépendante des modalités sémiotiques d'accès à l'information. Les conflits de signification constituent sans doute une difficulté que les NTIC devraient permettre d'explorer sur une plus grande échelle et plus en profondeur. Même s'il ignore l'effort du siècle dans la voie de l'objectivité formelle et, en parallèle, dans celle du relativisme ontologique, même s'il n'aborde pas la construction et le fonctionnement des langages opératifs et des métalangages, le travail que nous venons de présenter suggère cependant que l'instrumentation technique rencontre de gros obstacles lorsqu'elle prétend concerner des totalités cognitives. Ce travail suggère, en outre, que l'étude historique de ces obstacles n'est pas sans effet sur une conception de la formation.

Pour finir, revenons sur la technophobie. Le constat suivant devrait justifier la crainte des hommes à l'encontre de la technique (ou des technosciences comme on dit pour obscurcir davantage le tableau) : la création technique reste, de l'antiquité jusqu'à nos ordinateurs, largement subordonnée à l'effort de guerre (sous toutes les formes possibles). Retenons toutefois, et ce n'est pas un paradoxe à bien considérer l'humaine adaptabilité, que lorsque les ingénieurs alexandrins et leurs suivants vont s'attacher au perfectionnement des fortifications et des armes, ils cesseront d'apparaître dans la société comme des sorciers — même si, encore de nos jours, certains parlent volontiers d'apprenti-sorciers à propos des bricoleurs d'atomes. En quelque sorte, l'usage guerrier finit par laïciser la technique et la logique de perfectionnement adoucit ce que l'irruption première avait de terrorisant.

La vraie crainte c'est l'ignorance, et l'ignorance c'est en rester au seul maniement d'un outil assigné à la réalisation d'un but unique en négligeant la connaissance plus approfondie des fonctionnalités qui transforment l'outil en instrument pour des fins multiples, voire qui le détournent vers des fins inattendues (catachrèses). C'est probablement un enjeu de taille pour les élèves, apprentis et maîtres qui ne souhaitent pas paraître en auxiliaires des NTIC. En rien révolutionnaires, ces dernières s'inscrivent dans un procès qui a débuté depuis longtemps. Que certains aient intérêt à ce qu'elles cristallisent des superstitions ne change rien au fait qu'elles ouvrent un grand espace d'instrumentation sémiotique. Notre propos se présente aussi comme une étape liminaire (et paisible) dans l'élaboration de l'ingénierie sémiotique qu'appelle le développement d'une ergonomie cognitive de la formation.

BIBLIOGRAPHIE

ARENDT, A. (1958) *The Human Condition*, trad. fr. : *La condition de l'homme moderne*. Paris : Calman-Lévy, 1983.

AUROUX, S. (1979). *La sémiotique des encyclopédistes*. Paris : Payot.

AUROUX, S. (1996). *La philosophie du langage*. Paris : Presses Universitaires de France.

BACON, F. *The Essays of Lord Bacon* . London & New york : Warne & Co. (1887)

BAILLE, J. (1997). Modélisation et expérimentation en ergonomie cognitive de la formation. In C. Hadji & J. Baillé (Eds), *Recherche et éducation. Vers une nouvelle alliance* (pp. 191-221). Bruxelles : De Boeck Université.

BAILLE, J. & VALLERIE, B. (1993). Quelques obstacles cognitifs dans la lecture et l'interprétation de représentations graphiques. In J. Baillé & S. Maury (Eds.), *Les représentations graphiques dans l'enseignement et la formation* (pp. 73-104). N° spécial, *Les Sciences de l'Education.*

BARON, G.-L. & BRUILLARD, E (1996). *l'informatique et ses usagers dans l'éducation.* Paris : Presses Universitaires de France.

BERTIN, J. (1977). *La graphique et le traitement graphique de l'information.* Paris : Flammarion.

BRUILLARD, E. (1998). *Les machines à enseigner*. Paris : Hermès

BRUILLARD, E. (1997). L'ordinateur à l'école : de l'outil à l'instrument. *Sciences et techniques éducatives 5*, 1, 63-80.

CAELEN, J. (1997); Communication Homme-Machine et sciences cognitives. In M. B. Gordon et H. Paugam-Moisy (Eds), *Sciences cognitives, diversité des approches* (pp. 123-128). Paris : Hermès

CUBAN, L. (1986). *Teachers and Machines. The Classroom use of Technology since 1920.* New York : Teachers' College Press.

COLLECTIF (1996). *Rapport sur le développement des nouvelles technologies de l'information et des communications dans le réseau universitaire québécois*. Quebec : Conférence des Recteurs et Principaux des Universités du Québec.

DAGOGNET, F. (1969). *Tableaux et langages de la chimie*. Paris : Le Seuil.

DENIS, M. (1989). *Image et cognition.* Paris : Presses universitaires de France.

DESCARTES, R. (1618-1642) *Oeuvres philosophiques.* F. Alquié (Ed). Paris : Garnier Flammarion I & II (1963).

DESSUS, P. & HEDON, G. (1996). Effets du support, de la tâche et de la présentation dans la consultation d'un hypertexte sur l'informatique à l'école. In E. Bruillard, J.-M. Baldner & G.-L. Baron (Eds), *Hypermédias et Apprentissages, 3* (pp. 167-174). Paris : INRP/EPI.

DESSUS, P., LEMAIRE, B. & BAILLE, J. (1997). Études expérimentales sur l'enseignement à distance. *Sciences et Techniques Éducatives*, *4*(2), 137-164.

DUVAL, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine*. Berne : Peter Lang

DUVAL, R. (1996). Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques ? *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 16,3, 349-382.

ECO, U. (1994) *La recherche de la langue parfaite.* Paris : Editions du Seuil.

ELLUL, J. (1980). *L'empire du non-sens. L'art et la société technicienne*. Paris : Presses Universitaires de France.

KESKESSA, B. & BAILLE, J. (sous presse). Représentation graphique et productique en seconde TSA. *Didaskalia.*

LEIBNIZ, G., W. (1765). *Nouveaux essais sur l'entendement humain.* J. Brunschwig (Ed) Paris : Garnier-Flammarion, 1966.

LEROI-GOURHAN, A. (1964). *Le geste et la parole.* Paris : Albin Michel.

LYNCH, M. (1985). La rétine extériorisée. *Culture Technique, 14,* 108-123

PAIVIO, A. (1986). *Mental representations : A dual coding approach.* New-York : Oxford University Press.

RABY, F. (1996). Apprentissage de l'anglais et nouvelles technologies éducatives : contribution de l'ergonomie cognitive à la didactique des langues. *Thèse de Doctorat.* Bordeaux, Université Bordeaux II : non publiée.

RABY, F. & BAILLE, J. (1994). A Few Cognitive Issues in Multimedia language teaching. In D. Bikerton (Ed.), *New Technologies,*(pp. 17-32) *.ASp, 4.*

ROGALSKI, M. (1994). Les concepts de l'EIAO sont-ils indépendants du domaine ? L'exemple de l'enseignements des méthodes en analyse. In N. Balacheff & M. Vivet (Eds), *Didactique et intelligence artificielle,* (pp 43-65). Grenoble : la Pensée sauvage éditions.

ROSSI, P. (1962). I filosofi e le macchine (1400-1700) trad. fr. *les philosophes et les machines (1400-1700).* Paris : Presses Universitaires de France (1996).

SERIS, J.P. (1995). *Langages et machines à l'âge classique.* Paris : Hachette.

SPERANDIO, J.-C. (1996). L'apport de la psychologie. In P. Cazamian, F. Hubault, M. Noulin (Eds) *Traité d'ergonomie* (pp. 165-207) Toulouse : Octares Editions.

VERNANT, J.-P. (1988). Mythe et pensée chez les Grecs. Paris : Editions la Découverte.